

**Transient voltage and current limiting circuitry for electric motor - uses controlled semiconductor bridge to provide current and/or voltage limiting path**

**Patent number:** DE4038199  
**Publication date:** 1992-06-04  
**Inventor:** WAGNER KLAUS (DE); ELIASSON ANDERS (SE); MAGNUSSON LARS (SE)  
**Applicant:** BROSE FAHRZEUGTEILE (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H02P1/18; H02P3/08; H02P7/28  
- **European:** H02P7/00E1  
**Application number:** DE19904038199 19901130  
**Priority number(s):** DE19904038199 19901130

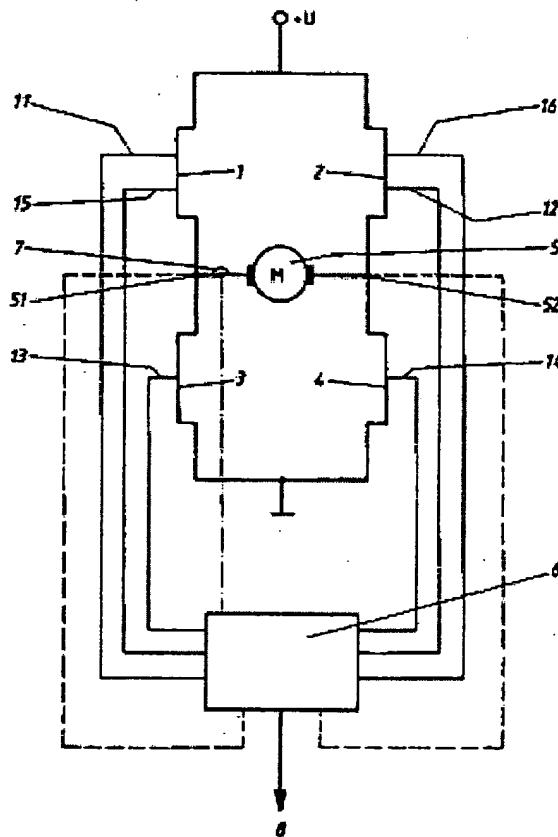
## Abstract of DE4038199

The transient limiting circuitry uses four controlled semiconductors (1, 4) connected in a bridge circuit, the supply voltage source (+U) being across one bridge diagonal and the electric motor (M) across the other bridge diagonal. The semiconductors are coupled to a control stage (6) providing a transient voltage and/or current limiting path via the bridge when a given max. motor current or voltage is exceeded.

Pref., the limiting path is provided during the acceleration, braking and rotation reversed phases of the motor.

USE/ADVANTAGE - Reduces space requirements since no extra correcting components are required for limiting transient voltage and/or current peaks during switch on or off or change of direction of rotation of electromotor. No interference sparks result esp. in self-sufficient on-board network e.g. of motor vehicle.

### • und Stromspitzen



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 40 38 199 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
H 02 P 7/28  
H 02 P 1/18  
H 02 P 3/08

⑯ Aktenzeichen: P 40 38 199.4  
⑯ Anmeldetag: 30. 11. 90  
⑯ Offenlegungstag: 4. 6. 92

DE 40 38 199 A 1

⑯ Anmelder:

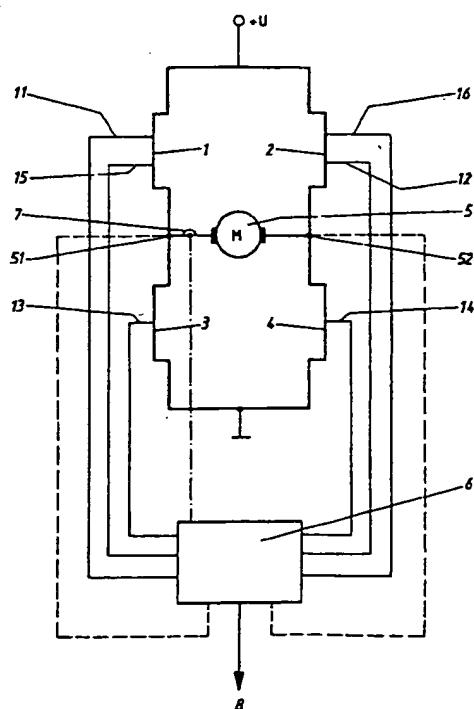
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG, 8630 Coburg,  
DE

⑯ Erfinder:

Wagner, Klaus, 8621 Gleußen, DE; Eliasson, Anders;  
Magnusson, Lars, Göteborg, SE

⑯ Schaltungsanordnung zur Begrenzung transienter Spannungs- und Stromspitzen

⑯ Schaltungsanordnung zur Begrenzung transienter Spannungs- und Stromspitzen an den Anschlüssen eines über eine elektronische Schalteinrichtung aus einer Spannungsquelle gespeisten Elektromotors. Die elektronische Schalteinrichtung besteht aus einer Brückenschaltung mit vier steuerbaren Halbleiterbauelementen 1, 2, 3, 4, deren eine Brückendiagonale an die Spannungsquelle U und deren andere Brückendiagonale mit den Motoranschlüssen des Elektromotors verbunden ist. Die steuerbaren Halbleiterbauelemente 1, 2, 3, 4 werden von einer Steuerschaltung derart angesteuert, daß bei Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwerts des Motorstromes und/oder der Motorspannung ein die transiente Spannungs- und/oder Stromspitzen begrenzender Strompfad über die Brückenschaltung eingestellt wird.



DE 40 38 199 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Begrenzung transienter Spannungs- und/oder Stromspitzen an den Anschlüssen eines über eine elektronische Schalteinrichtung aus einer Spannungsquelle gespeisten Elektromotors.

Aus der DE-AS 15 13 514 ist eine elektronische Schaltungsanordnung zur selbsttätigen Kurzschlußbremsung eines Gleichstromnebenschlußmotors bekannt, bei der ein Schalter in dem von einer Gleichspannungsquelle versorgten Ankerkreis des Gleichstromnebenschlußmotors liegt. Eine Diode ist im Motorbetrieb in Durchlaßrichtung des Quellenstromes gepolt, während die Emitter-Kollektor-Strecke eines Transistors parallel zur Ankerwicklung des Motors liegt. Parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Transistors ist die Diode geschaltet, während parallel zur Basis-Kollektor-Strecke des Transistors ein Widerstand geschaltet ist.

Um den Gleichstrommotor mit möglichst geringem Nachlauf abzubremsen, ist parallel zur Ankerwicklung des Motors eine Reihenschaltung aus einer weiteren Diode und einem Kondensator sowie zwischen der Diode und dem Kondensator der kollektorseitige Anschluß des Widerstandes geschaltet.

Zwar ermöglicht die bekannte Schaltungsanordnung eine Verringerung der Auslaufzeit des Motors beim Bremsen, jedoch können transiente Spannungs- und/oder Stromspitzen an den Motoranschlüssen bzw. im Motorstromkreis aufgrund der im Motor gespeicherten Energie nicht vermieden werden, so daß beim Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung des Elektromotors Spannungs- und Stromtransienten auftreten, die eine erhebliche Gefahr für die Bauelemente in den Ansteuerstufen des Elektromotors bedeuten und darüber hinaus Störsignale erzeugen, die insbesondere in isolierten Netzen stark störend sind.

Ein Beispiel für ein isoliertes Netz ist das Bordnetz eines Kraftfahrzeugs, bei dem durch das Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung eines Elektromotors erzeugte Störsignale infolge der induktiven Abschaltspitzen in der Gesamtverkabelung auftreten und ihre störende Wirkung hinsichtlich des Rundfunkempfangs und hinsichtlich des fehlerverursachenden Einflusses auf die gesamte Bordelektronik entfalten.

Zur Unterdrückung der induktiven Abschaltspitzen werden Zenerdioden, Varistoren, Dioden und Widerstands-Kondensator-Kombinationen verwendet, die parallel zu den Motoranschlüssen geschaltet bzw. im Motorstromkreis angeordnet werden. Diese Komponenten zur Begrenzung der induktiven Abschaltspitze machen jedoch erhebliche Mehrkosten hinsichtlich der Beschaffungs- und Montagekosten erforderlich und bedingen einen größeren Platzbedarf zu ihrer Anordnung.

Der erhöhte Platzbedarf zur Anordnung der Entstörkomponenten erweist sich besonders dort als nachteilig, wo ohnehin auf sehr engem Raum der Elektromotor und die zur Steuerung des Elektromotors erforderliche Ansteuerelektronik angeordnet werden muß.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung zur Begrenzung transienter Spannungs- und/oder Stromspitzen beim Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung eines Elektromotors zu schaffen, die keine zusätzlichen Entstörkomponenten benötigt, eine kostengünstige Montage und Teilepreise sicherstellt und gewährleistet, daß beim Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung des Elektromotors keine Funkenbildung und daraus resultierende Störungen ins-

besondere in einem abgeschlossenen Bordnetz auftreten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 1 gelöst.

5 Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht eine platzsparende Installation eines Elektromotors mit der dazugehörigen Ansteuerelektronik durch den Verzicht auf zusätzliche Entstörkomponenten, eine kostengünstige Montage und geringe Teilepreise sowie einen störungsfreien Betrieb ohne das Auftreten von Funkenbildung beim Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung des Elektromotors mit daraus resultierendem Entfallen von Rundfunkempfangsstörungen sowie weniger Störungen im gesamten Bordnetz.

15 Die erfindungsgemäße Lösung geht von der Erkenntnis aus, daß die induktiven Abschaltspitzen beim Ein-, Aus- und Umschalten der Drehrichtung des Elektromotors dann vermieden werden können, wenn durch eine intelligente Ansteuerung des Elektromotors immer ein Weg für den Strom geöffnet wird, so daß sowohl eine gesteuerte Begrenzung der Größe der transistenten Spannungs- und/oder Stromspitzen erzielt als auch ein kontrolliertes Bremsen sowie eine kontrollierte Drehrichtungsumkehr und Beschleunigung des Elektromotors ermöglicht wird.

20 Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei in Reihe geschaltete und parallel zu den Motoranschlüssen liegende steuerbare Halbleiterbauelemente gleichzeitig eingeschaltet werden.

25 Die gleichzeitige Einschaltung zweier parallel zu den Motoranschlüssen in Reihe geschalteter Halbleiterbauelemente verringert zum einen die Auslaufzeit des Motors im Bremsbetrieb und ermöglicht zum anderen einen Stromfreilauf, mit dem induktive Abschaltspitzen vermieden werden, so daß neben einer Vermeidung von Störsignalen in der Gesamtverkabelung ein Schutz der Ansteuerendstufen vor Zerstörung infolge der Spannungs- und/oder Stromspitzen geschaffen wird.

30 35 In vorteilhafter Weise werden die steuerbaren Halbleiterbauelemente bei Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwertes des Motorstroms bzw. der Motorspannung im Taktbetrieb ein- und ausgeschaltet, wobei insbesondere der Betrieb der steuerbaren Halbleiterbauelemente als Gleichstromsteller mit Pulsbreiten- oder Pulsfolgesteuerung vorteilhaft ist.

40 45 Die Öffnung eines Strompfades zur Begrenzung der Größe des Transients bewirkt ein Kappen der Spannungs- bzw. Stromspitzen, so daß neben einer Kontrolle der Bewegungsänderung des Elektromotors ein Schutz für die elektronischen Bauteile geschaffen und das Auftreten von Störsignalen vermieden wird.

50 55 In Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung können im Bremsbetrieb die Motoranschlüsse kurzgeschlossen oder der Elektromotor kurzzeitig in Gegenrichtung angesteuert und daran anschließender ein die transistenten Spannungs- bzw. Stromspitzen begrenzender Strompfad eingestellt werden, wobei der aus der induktiven Spannung resultierende transiente Motorstrom durch Öffnen und Schließen der steuerbaren Halbleiterbauelemente der Brückenschaltung im Taktbetrieb oder durch Veränderung des Widerstandswertes des Laststrompfades der Halbleiterbauelemente erfolgen kann.

60 65 Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles soll der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke näher erläutert werden.

Es zeigen: Figur 1 eine Steuerschaltung für einen

Elektromotor mit vier in H-Brückenschaltung angeordneten Feldeffekttransistoren und

Fig. 2 eine zeitliche Darstellung der Drehzahl und des Stromes sowie der Ansteuersignale eines Elektromotors zum Antrieb beispielsweise eines elektrischen Fensterhebers in Kraftfahrzeugen.

Die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung zeigt einen in einer Brückendiagonalen einer aus vier Feldeffekttransistoren 1, 2, 3, 4 bestehenden H-Brückenschaltung angeordneten Elektromotor 5. An die andere Brückendiagonale ist eine Spannungsquelle U bzw. Massepotential angeschlossen und dient zur Speisung des Elektromotors 5, dessen Drehzahl und Drehrichtung durch die Öffnung eines Strompfades mittels der Feldeffekttransistoren 1, 2, 3, 4 bestimmt wird, die über Ansteuerleitungen 11, 12, 13, 14 mit einer Steuerschaltung 6 verbunden sind.

Zwei der vier Feldeffekttransistoren 1, 2, 3, 4, nämlich die Feldeffekttransistoren 1 und 2 können als Sensor-Feldeffekttransistoren mit einem zusätzlichen Sensoranschluß ausgebildet sein, wobei der Sensoranschluß dieser Feldeffekttransistoren 1, 2 einen Signalstrom abgibt, der einen Bruchteil des durch den betreffenden Sensor-Feldeffekttransistor 1, 2 fließenden Laststromes ist.

In der dargestellten H-Brückenschaltung sind die Drain- bzw. Sourceanschlüsse der beiden Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 miteinander verbunden und an den positiven Pol U der Spannungsquelle angeschlossen, während die Source- bzw. Drainanschlüsse der beiden verbleibenden Feldeffekttransistoren 3, 4 an Massepotential angeschlossen sind.

Die Verbindung der Lastanschlüsse der Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 einerseits und der beiden verbleibenden Feldeffekttransistoren 3, 4 andererseits sind mit den Motoranschlüssen 51, 52 des Elektromotors 5 verbunden.

Die Steuerschaltung 6 ist über eine weitere Leitung 8 mit zusätzlichen Bedienelementen bzw. einer übergeordneten Steuer- und Regelschaltung verbunden. Weitere Anschlüsse der Steuerschaltung 6 sind mit einem Stromsensor 7 im Motorstromkreis des Elektromotors 5 bzw. mit den Motoranschlüssen 51, 52 zur Erfassung der Spannung an den Motoranschlüssen verbunden.

Zum Beschleunigen des Elektromotors 5 in der einen oder anderen Drehrichtung bzw. zur Aufrechterhaltung der Drehzahl des Elektromotors 5 in der einen oder anderen Drehrichtung werden wahlweise die Feldeffekttransistoren 1 und 4 bzw. 2 und 3 in den leitfähigen Zustand gesteuert, so daß der Ankerstrom von der Spannungsquelle U über den Ankerstromkreis des Motors 5 sowie wahlweise durch die Feldeffekttransistoren 1 und 4 bzw. 2 und 3 fließt.

Zur Begrenzung transienter Strom- bzw. Spannungsspitzen beim Beschleunigen des Elektromotors 5 bzw. bei Drehzahländerungen des Elektromotors kann wahlweise auf einen Pulsbetrieb der den Ankerstrom in ihrem Lastkreis führenden Feldeffekttransistoren 1 und 4 bzw. 2 und 3 umgeschaltet werden bzw. zur Begrenzung des Ankerstromes der Leitfähigkeitszustand der betreffenden Feldeffekttransistoren 1, 2, 3, 4 verändert werden. Zusätzlich kann bei plötzlich auftretenden Spannungs- bzw. Stromspitzen ein Strompfad geöffnet werden, der beispielsweise kurzzeitig die Motoranschlüsse 51, 52 kurzschließt. Die Erfassung derartiger Spannungs- bzw. Stromspitzen erfolgt mit dem Stromsensor 7 bzw. die Spannungserfassung an den Motoranschlüssen 51, 52 und/oder über die Sensorleitungen 15, 16 der

### Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2

Anstelle der Verwendung von Feldeffekttransistoren in H-Brückenschaltung können selbstverständlich auch Transistoren vorgesehen werden, deren Leitfähigkeit kontinuierlich verändert werden kann, so daß transiente Spannungs- bzw. Stromspitzen durch Erhöhen des Widerstandswertes der einen Strompfad öffnenden Transistoren begrenzt werden können.

Zum Abbremsen des Elektromotors 5 werden beispielsweise in der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 die Feldeffekttransistoren 1, 2 eingeschaltet, so daß der Elektromotor 5 elektrisch gebremst wird. Die im Elektromotor 5 gespeicherte Energie bewirkt einen Stromanstieg durch die Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2, was sich in einem entsprechendem Anstieg des über die Sensoranschlüsse dieser Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 erfaßten Stromes auswirkt.

Die mit den Sensoranschlüssen der Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 verbundene Steuerschaltung empfängt die Stromsignale von den beiden Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 und wandelt sie in ein Spannungssignal um, das der Summe der positiven Ströme, d. h. der vom Drain- zum Sourceanschluß fließenden Ströme durch die beiden Sensor-Feldeffekttransistoren 1, 2 entspricht.

Tritt beim Abbremsen des Elektromotors 5 ein transienter Spannungs- bzw. Stromanstieg auf, so kann der Bremsbetrieb kurzzeitig verlangsamt werden, indem die den Klemmenkurzschluß bewirkenden Feldeffekttransistoren 1, 2 im Pulsbetrieb ein- und ausgeschaltet werden bzw. indem der Widerstandswert des Strompfades erhöht wird. In Ergänzung hierzu kann ein weiterer paralleler Strompfad beispielsweise durch Ansteuern der Feldeffekttransistoren 3 und 4 erfolgen, so daß insgesamt die transiente Spannungs- oder Stromspitze gekappt wird.

Wird eine Verstärkung des Bremsbetriebes gewünscht, so kann alternativ hierzu der Elektromotor 5 in Gegenrichtung angesteuert und zur Vermeidung von Spannungs- und Stromtransienten ein Strompfad entsprechend der vorstehend beschriebenen Steuerung geöffnet werden.

Fig. 2 zeigt die Drehzahl, den Motorstrom und die Ansteuerimpulse für die Feldeffekttransistoren gemäß Fig. 1 über der Zeit bei Anwendung unterschiedlicher Verfahren zum Abbremsen des Elektromotors 5.

Die gestrichelte Darstellung zeigt die Drehzahlverringerung des Elektromotors 5 bei nicht gebremstem Elektromotor, während die durchgezogene Linie den Drehzahl-, Motorstrom- und Steuerimpulsverlauf bei aktiv gebremstem Elektromotor 5 zeigt.

Wird beim Abbremsen des Elektromotors 5 die Drehrichtung des Elektromotors 5 umgedreht, so ergibt sich ein strichpunktierter dargestellter Verlauf der Drehzahl, des Motorstroms und der Ansteuerimpulse für die Feldeffekttransistoren.

Zum Zeitpunkt t0 wird bei einem Bremsverfahren der Bremsvorgang eingeleitet, im Zeitraum zwischen t0 und t1 klingt der induktive Strom im Elektromotor 5 aufgrund des Freilaufs in der H-Brückenschaltung ab, wobei die Motordrehzahl und Drehrichtung des Elektromotors 5 in diesem Zeitintervall als konstant angesehen wird. Zum Zeitpunkt t1 wird die Drehrichtung des Elektromotors 5 über die H-Brückenschaltung umgedreht, indem die Feldeffekttransistoren 3 und 4 eingeschaltet werden.

Zwischen dem Zeitpunkt t1 und t2 bzw. t1 und t3 wird eine lineare Verzögerung bzw. Beschleunigung in der

entgegengesetzten Richtung angenommen, da von diesem Zeitpunkt an entweder die andere Drehrichtung des Elektromotors 5 bei Reversieren des Motors eingenommen bzw. der Motor stillgesetzt wird.

Zur Begrenzung des Spannungs- und Stromtransients kann im Bremsbetrieb beispielsweise der Feldeffekttransistor 1 im Pulsbetrieb mit Pulsbreiten- oder Pulsfolgesteuering betrieben werden, so daß kurzzeitig infolge des durchgesteuerten Feldeffekttransistors 2 ein Freilaufpfad über die Motoranschlüsse 51, 52 gemäß Fig. 1 geschaffen wird.

In den jeweiligen Impulslücken kann dann der Feldeffekttransistor des anderen Brückenzweiges angesteuert werden, so daß eine gesteuerte Abbremsung bzw. kurzzeitige Drehrichtungsumkehr des Elektromotors 5 bewirkt werden kann. Die Ansteuerung der Feldeffekttransistoren 1, 2, 3, 4 erfolgt vorzugsweise mittels eines Mikrocomputers als Steuerschaltung 6.

## Patentansprüche

20

1. Schaltungsanordnung zur Begrenzung transienter Spannungs- und Stromspitzen an den Anschlüssen eines über eine elektronische Schalteinrichtung aus einer Spannungsquelle gespeisten Elektromotors, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Schalteinrichtung aus einer Brückenschaltung mit vier steuerbaren Halbleiterbauelementen (1, 2, 3, 4) besteht, deren eine Brückendiagonale an die Spannungsquelle (U) und deren andere Brückendiagonale mit den Motoranschlüssen (51, 52) des Elektromotors (5) verbunden ist und daß die steuerbaren Halbleiterbauelemente (1, 2, 3, 4) von einer Steuerschaltung derart angesteuert werden, daß bei Überschreiten eines vorgegebenen Maximalwerts des Motorstromes und/oder der Motorspannung ein die transientes Spannungs- und/oder Stromspitzen begrenzender Strompfad über die Brückenschaltung eingestellt wird.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungs-Strompfad in den Betriebszuständen der Beschleunigung, des Bremsens und der Drehrichtungsumkehr eingestellt wird.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest zwei in Reihe geschaltete und parallel zu den Motoranschlüssen (51, 52) liegende steuerbare Halbleiterbauelemente (1, 2 bzw. 3, 4) gleichzeitig in den leitfähigen Zustand geschaltet werden.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die den Begrenzungs-Strompfad einschaltenden steuerbaren Halbleiterbauelementen (1, 2 bzw. 3, 4) bei Überschreiten des vorgegebenen Maximalwerts des Motorstromes und/oder der Motorspannung im Taktbetrieb ein- und ausgeschaltet werden.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die steuerbaren Halbleiterbauelemente (1, 2, 3, 4) als Gleichstromsteller mit Pulsbreitensteuerung oder Pulsfolgesteuering betrieben werden.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche zum Abbremsen des Elektromotors, dadurch gekennzeichnet, daß die Motoranschlüsse (51, 52) durch zumindest zwei in Reihe geschaltete und parallel zu den Motoranschlüssen (51, 52) liegende steuerbare Halbleiterbauelemente

6

(1, 2 bzw. 3, 4) kurzzeitig kurzgeschlossen werden und daß anschließend ein die transientes Spannungs- und/oder Stromspitzen begrenzender Strompfad eingestellt wird.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5 zum Abbremsen des Elektromotors, dadurch gekennzeichnet, daß die Motoranschlüsse (51, 52) kurzzeitig in entgegengesetzter Drehrichtung angesteuert werden und daß anschließend bei Überschreiten des vorgegebenen Maximalwerts des Motorstroms und/oder der Motorspannung ein die transientes Spannungs- und/oder Stromspitzen begrenzender Strompfad eingestellt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

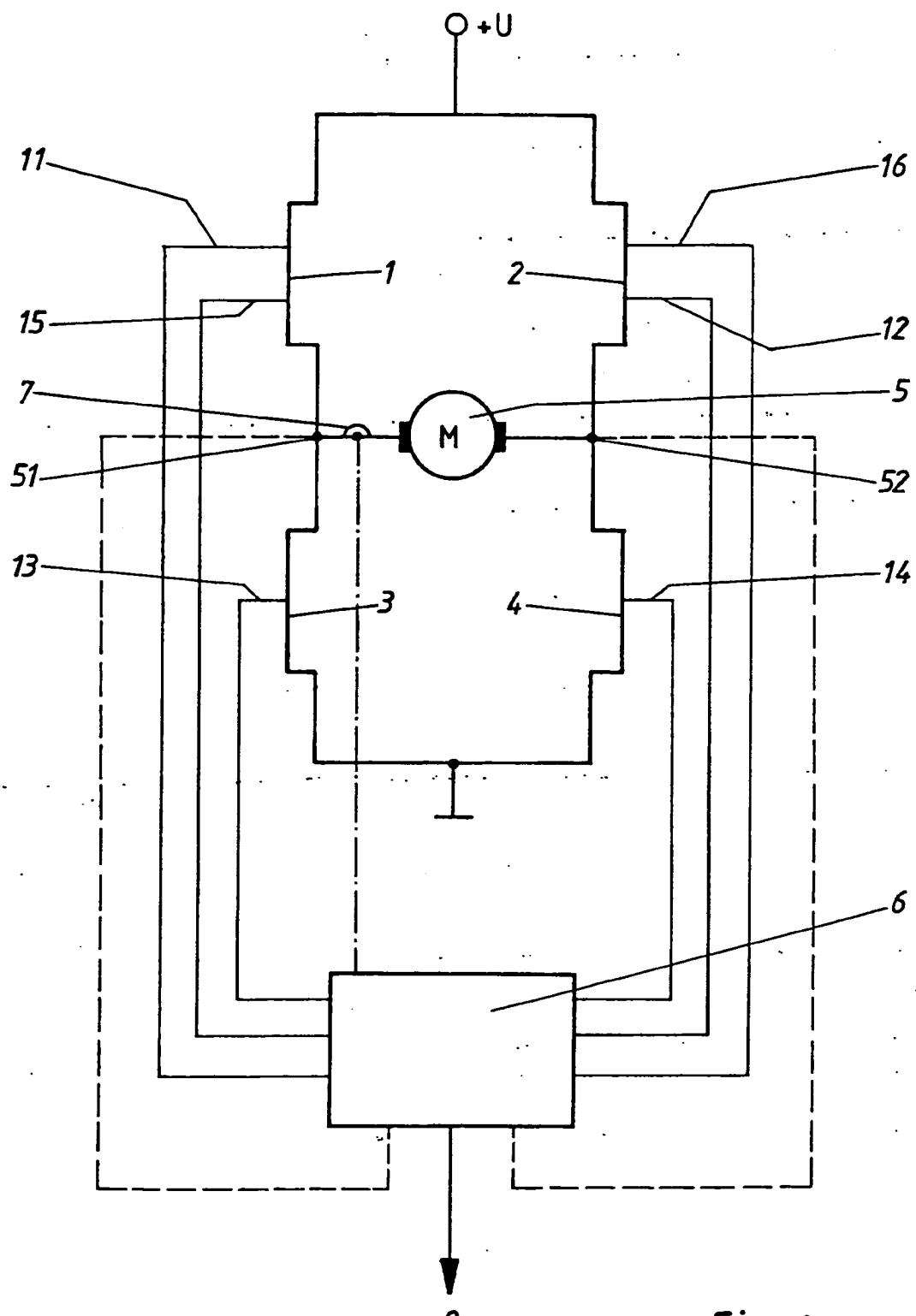


Fig. 1

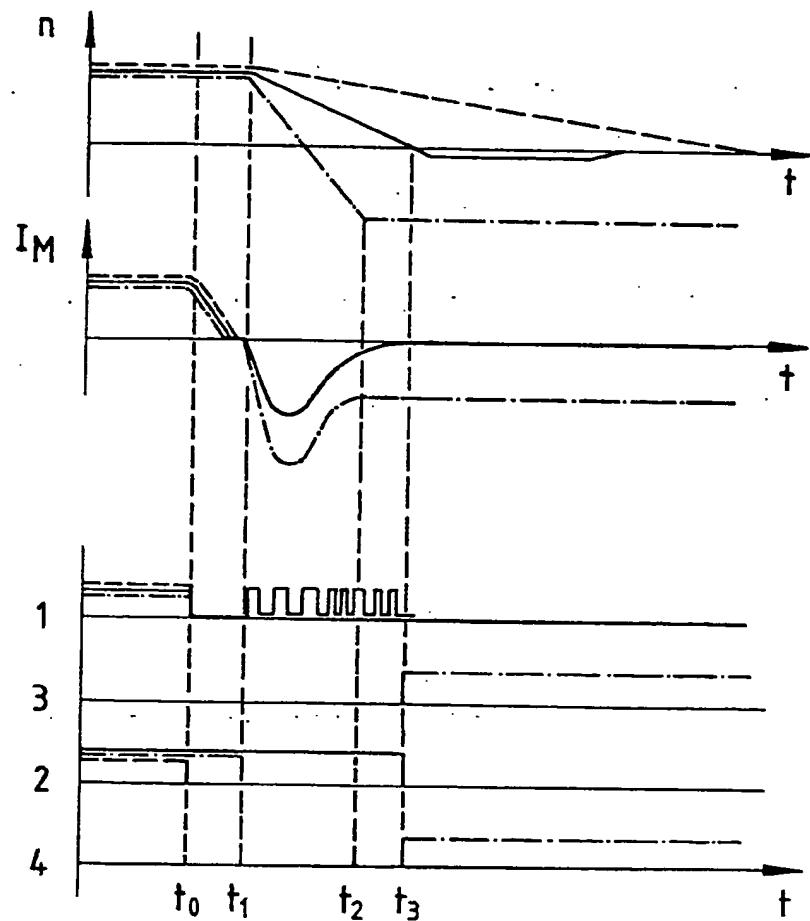


Fig. 2